

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-063850

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
A61B 5/107
A61B 5/117
B60K 28/06
G06T 1/00

(21)Application number : 08-221611 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.08.1996 (72)Inventor : NISHIDA MAKOTO

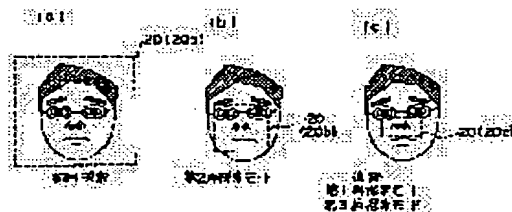
(54) METHOD FOR DETECTING EYE IN FACIAL PICTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly detect eyes from a facial picture obtained by photographing the face of a person.

SOLUTION: Nostrils are detected from a facial picture, and an area where eyes are seemed to be present is specified based on the positions of the nostrils. An edge whose brightness is sharply vertically changed is extracted, and the eyes are detected based on the shape of this edge. Also, when the once detected eyes are lost, the retrieval of the nostrils and eyes is operated by extending the retrieval range of at least one of the nostrils and eyes based on whether or not the nostrils are previously detected, or how long a undetected situation is continued.

For example, when the nostrils are previously detected, the retrieval range is set small (area 20c), and when they are not detected, the retrieval range is set large (area 20b).



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-63850

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/70	3 2 0
A 6 1 B 5/107			B 6 0 K 28/06	
	5/117	0277-2J	A 6 1 B 5/10	3 0 0 D
B 6 0 K 28/06		0277-2J		3 2 0 B
G 0 6 T 1/00			G 0 6 F 15/62	3 8 0
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 11 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-221611

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月22日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 西田 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

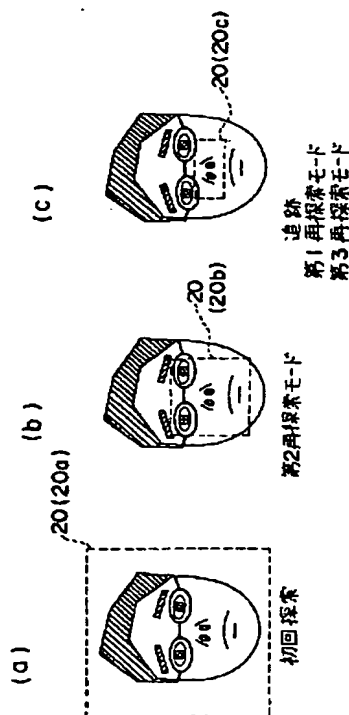
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 顔画像における目の検出方法

(57) 【要約】

【課題】 人の顔を撮影した顔画像から目を迅速に検出する。

【解決手段】 顔画像から鼻穴を検出し、この鼻穴の位置に基づき目の存在するであろう領域を特定する。この領域内で、上下方向に明度が急峻に変化するエッジを抽出し、このエッジの形状によって目を検出する。また、一度検出されていた目を見失った場合、前回鼻穴が検出されていたか、また検出されていない状況がどれぐらい継続しているかに基づき、鼻穴および目の少なくとも一方の探索範囲を拡げて、鼻穴・目の探索を行う。たとえば、前回鼻穴が検出されていれば探索領域は小さく設定され(領域20c)、検出されていなければ大きく設定される(領域20b)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 人の顔を撮影して顔画像を得る撮像ステップと、前記顔画像から鼻穴を検出する鼻穴検出ステップと、前記鼻穴の位置を基準に目の探索を行う領域を設定する探索領域設定ステップと、前記探索領域内で目の検出を行う目の検出ステップと、を有する顔画像における目の検出方法。

【請求項2】 請求項1記載の顔画像における目の検出方法において、前記目の検出は、上下方向における明度が急峻に変化するエッジを抽出し、このエッジが略楕円状に連続する部分を目として検出するものである、顔画像における目の検出方法。

【請求項3】 請求項1記載の顔画像における目の検出方法において、前記目の位置検出は、上から下に向けて明度が急峻に低下する負エッジと、上から下に向けて明度が急峻に上昇する正エッジとが上下方向に隣接するエッジペアを抽出するものである、顔画像における目の検出方法。

【請求項4】 請求項1から3のいずれかに記載の顔画像における目の検出方法において、前記探索領域設定ステップでは、二つの鼻穴の配列の向きの変化に応じて前記探索領域の位置が変更される、顔画像における目の検出方法。

【請求項5】 請求項1から4のいずれかに記載の顔画像における目の検出方法において、前記探索領域設定ステップでは、前記鼻穴検出ステップにおける鼻穴の検出の継続状況に応じて前記探索領域の大きさが変更される、顔画像における目の検出方法。

【請求項6】 請求項1から5のいずれかに記載の顔画像における目の検出方法において、前記鼻穴検出ステップは、前記撮影された顔画像を所定のしきい値によって2値化処理し、鼻穴を検出するものであり、当該鼻穴の位置に基づいて目の探索を行ったときに、前記目の検出ステップで目を検出できなかった場合には、前記2値化処理のためのしきい値が変更され、再度鼻穴の検出を行う、顔画像における目の検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、人の顔を撮影して得た顔画像における目を検出する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、自動車など車両の運転者の居眠りを防止する装置の開発が行われており、その一部は実用に供されている。この居眠り運転防止装置の一例として、運転者の目の動き、たとえば目の閉じている時間に基づき居眠り状態を判定する装置がある。この場合、運転者の目の動きを捕らえるために、運転者の顔を撮影し、この顔の中から目を特定する必要がある。

【0003】 特開平7-182012号公報には、顔を含む画像を2値化処理して顔領域を抽出し、この顔領域

の中にある黒画素の複数の塊どうしの相対位置および個々の黒画素の塊の縦横比から目を特定する技術が開示されている。黒画素の塊は、眉、目、鼻穴などであり、左右の眉および目の幅より外に鼻穴は存在しない、目は眉の下にある、などの相対位置から目の候補が選ばれ、さらにこの候補の縦横比から目が確定される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記公報によれば、目を検出するために、黒画素の塊どうしの相対位置を確認する処理が必要であり、演算処理が複雑であるという問題があった。また、眉、目などのうちいずれかの要素が欠落した場合、目の検出が不可能になり、また眼鏡フレームや影が黒画素の塊として存在する場合にも目の検出が不可能になるという問題があった。

【0005】 本発明は前述の問題点を解決するためになされたものであり、目の検出を短時間で実行し得る顔画像における目の検出方法を供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 前述の目的を達成するために、本発明にかかる顔画像における目の検出方法は、人の顔を撮影して顔画像を得る撮像ステップと、前記顔画像から鼻穴を検出する鼻穴検出ステップと、前記鼻穴の位置を基準に目の探索を行う領域を設定する探索領域設定ステップと、前記探索領域内で目の検出を行う目の検出ステップとを有している。

【0007】 この構成によれば、検出しやすい鼻穴を基準として目の探索領域を設定しているため、目の探索領域、すなわち目が存在する可能性の高い領域を迅速かつ確実に特定することができる。

【0008】 また、前記目の検出は、上下方向における明度が急峻に変化するエッジを抽出し、このエッジが略楕円状に連続する部分を目として検出するものとすることができる。または、上から下に向けて明度が急峻に低下する負エッジと、上から下に向けて明度が急峻に上昇する正エッジとが上下方向に隣接するエッジペアを抽出するものとすることもできる。

【0009】 略楕円形状のエッジにより目の検出を行うことによって、眉、眼鏡のフレームなどの目以外の要素を排除して、確実に目を検出することができる。また、上下方向に隣接する負エッジと正エッジのペアを目として検出する場合には、より速やかに検出をすることができる。

【0010】 さらに、前記探索領域設定ステップにおいて、二つの鼻穴の向きの変化に応じて前記探索領域の位置が変更されるものとすることができる。これによれば、運転者が首を傾げたときなどにも確実に目の検出を行うことができる。

【0011】 さらに、前記探索領域設定ステップにおいて、前記鼻穴検出ステップにおける鼻穴の検出の継続状況に応じて前記探索領域の大きさが変更されるものとす

ることができる。これによれば、鼻穴の検出ができなくなったときには、運転者の顔の位置または向きが大きく変わった場合であり、このときには目の探索領域も大きくすることによって、確実に目の検出を行うことができる。

【0012】さらに、前記鼻穴検出ステップは、前記撮影された顔画像を所定のしきい値によって2値化処理し、鼻穴位置を検出するものであり、当該鼻穴位置に基づいて目の探索を行ったときに、前記目の検出ステップで目を検出できなかった場合には、前記2値化処理のためのしきい値が変更され、再度鼻穴の検出を行うものとする。これによれば、2値化処理に用いられるしきい値を適切な値とすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる顔画像における目の検出方法の好適な実施の形態（以下実施形態と記す）を図面に従って説明する。

【0014】図1は、本発明を用いた居眠り運転防止装置の概略構成を示すブロック図である。赤外線投光器10は、運転者の顔を含む領域に赤外線を放射し、電荷結合素子（CCD）カメラ12で運転者の顔を含む領域を撮影する。このCCDカメラ12のレンズの前には赤外線波長（870nm付近）を中心に透過する光学フィルタが設置されている。CCDカメラ12で撮られた画像は瞬き認識部14に送られ、1回の瞬きの時間すなわち継続して目を閉じている時間（閉眼時間）が計時される。居眠り判定部16は閉眼時間の長さから居眠り状態を判定し、居眠りを始めた場合、警報部18により警報を発し運転者に注意を促す。

【0015】基本フロー

図2は、本居眠り運転防止装置の、特に瞬き認識部14にかかる基本のフローチャートが示されている。本装置が起動されると、運転者の目がどこにあるのかが検出される（S100）。この初回探索のステップは、運転者の体格、運転席の位置などにより運転者の顔の位置が大きく変わるので、比較的広い探索領域を設定し、まず鼻穴の検出が行われる。鼻穴と目の位置関係は、運転者によってそれほど変化しないので、鼻穴の位置から目があると推定される領域を定め、この領域内で目の検出が行われる。目が検出されると、このときの鼻穴の位置と、鼻穴と目の位置関係が記憶される。

【0016】目が検出されると、目の追跡が行われる（S200）。一旦、鼻穴の位置が分かれば、運転者がよほど大きな動作をしない限り、鼻穴の位置はさほど変わらないので、鼻穴探索の領域を大幅に狭め鼻穴の探索を行う。鼻穴が検出された場合、鼻穴と目の位置関係より目の探索領域を定め、目の検出を行う。このときの、目の探索領域は、初回探索のときの領域よりも小さくすることができる。

【0017】そして、目が検出されれば（S300）、

この目が閉じているか、開いているかが判断される（S400）。一方、目が検出されなかった場合、目を再度発見するための再探索制御が開始される（S500）。この再探索においては、鼻穴を見失ってから経過時間に対応して異ならせたいくつかの探索領域が設定される。鼻穴を見失ってから経過時間が短い場合は、鼻穴や目の探索領域を狭めに設定し、経過時間が長くなると、探索領域を広めに設定する。鼻穴を見失ってから時間があまり経過していない場合には、鼻穴や目の位置が大きく変化していることはないと思われるので、領域を狭くすることによって、再発見までの時間を短縮することができる。

【0018】そして、ステップS200からステップS500が繰り返され、そのたびごとに目が閉じているか判定される。そして、この閉じた状態が連続する時間が居眠り判定部16により計時され、この連続時間に基づき居眠り状態が判定される。以下、初回探索ステップS100、追跡ステップS200、瞬き判定ステップS400および再探索ステップS500の詳細を説明する。

【0019】初回探索ルーチン

図3には、本装置が起動した直後の初回探索ステップS100の詳細な制御フローチャートが示されている。まず、鼻穴探索領域の設定が行われる（S102）。初回の探索においては、運転者の鼻穴の位置は、運転者の体格、シート位置などによって大きく異なるので、鼻穴探索領域20aは図4（a）に示すように、運転者の顔全体が含まれるように設定される。次に、第1タイマが所定の値、たとえば2分にセットされる（S104）。この第1タイマは、後述するように、目の探索において、2値化しきい値を変更しながら同じ領域を検索する時間を計時するタイマである。さらに、第2タイマが所定の値、たとえば10分にセットされる（S106）。第2タイマは、初回探索の時間を計時するタイマであり、10分経過しても目を発見できなかった場合は、何らかの異常があるので運転者に警告する。なお、初回探索時には、運転者はまだ居眠り状態とはなっていないと考えられるので、充分な時間をかけて目の探索が行われる。

【0020】次に、顔画像を2値化する際のしきい値の設定が行われる（S108）。一方、代表的な鼻穴の形状のテンプレートと顔画像との一致性を見て、一致性が所定値を超える候補を選出する（S110）。そして、選出された各候補を含む領域でステップS108で設定したしきい値を用いて2値化処理を行い、黒領域を抽出する（S112）。そして、ほぼ水平に並ぶ2つの黒領域を鼻穴として検出する（S114）。このとき、鼻穴が見付からなかったらステップS108に戻り（S116）、2値化のしきい値を設定し直して（変更して）再び鼻穴を検索する。

【0021】ステップS116で鼻穴が検出された場合は、当該鼻穴の位置に基づき、目の探索領域22が設定

される(S118)。鼻穴の位置が分かれば目の存在する領域は、個人差があるもののほぼ特定できる。したがって、目の探索領域22は、図5(a)に示すようにやや広めの領域22aが設定される。また、眉が目として誤検出されないように、最初の探索領域22aは眉に掛からないようやや下きみに設定される。

【0022】次に、前述の目の探索領域22aの中で、上下方向に明度が急峻に変化するエッジを抽出する(S120)。エッジは上から下に向けて明度が急峻に低下する負エッジと、逆に上から下に向けて明度が急峻に上昇する正エッジがあり、目の場合、上に負エッジ、下に正エッジとなるペアが形成される。この正負エッジのペアを目の候補として選出する(S122)。そして、この選出された候補が全体として略楕円形状となっているかが判断される(S124)。略楕円形状であると判断された場合は、これが目であると決定され、鼻穴に対する位置が記憶され(S126)、このルーチンが終了する。

【0023】ステップS124で正負エッジペアが略楕円形状でない場合、第1および第2タイマをカウントダウンし(S128)、第1タイマが0となっていなければ(S130)、ステップS108に戻って、2値化のしきい値を変更して再度鼻穴の検出からやり直す。第1タイマが0、すなわち2分が経過しても目が検出できないときは(S130)、さらに第2タイマが0であるかが判断される(S132)。そして、第2タイマが0、すなわち10分が経過しても目が検出できない場合には、運転者がサングラスやマスクをしているか、カメラ前に障害物があるためであると考えられるので、運転者にこの旨警告し(S134)、フローを終了する。

【0024】第2タイマが0となっていなければ(S132)、鼻穴位置に基づき設定される目の探索領域22aを上にはずらす処理が行われ(S136)、第1タイマに再び2分がセットされる(S138)。前述したように、ステップS118で設定される目の探索領域22aは、眉を検出しないように下きみに設定されているので、運転者によっては目がもっと上にある可能性がある。そこで、ステップS136にて探索領域を上にはずらしている。少しずつ上にはずらすことによって、目のみを抽出し、眉を目として誤検出しないようにしている。

【0025】以上の初回探索ルーチンにおいては、2値化画像において特徴的な鼻穴を検出し、この位置を基準にして目を検出しているので確実に目の検出を行うことができる。鼻穴は、ほぼ水平に並び、ほぼ丸い2つの黒領域として検出することができ、また個人差も少ないので、検出が容易である。また、鼻穴と目の位置関係も、鼻穴右斜め上には左目があるなどと、ある程度特定できるので、この位置関係を持って目の探索領域を精度よく特定することができる。

【0026】さらに、目の検出は、2値化処理を行わず

エッジ検出により行っている。これは、照明や車室外からの光の影響を受けてもエッジは残るので、確実に検出ができるためである。このエッジ検出そのものは、やや処理時間が長くなるが、前述のように鼻穴位置から目の検索領域を限定しているので、全体としても処理時間に大きな影響を与えることはない。

【0027】また、ステップS108で設定している2値化処理に用いられるしきい値は、目の検出をもって、その値が適切であったかの判定がなされる。すなわち、ある鼻穴の候補に対して目が検出されなければ、この候補は鼻穴ではなかったと判断される。したがって、しきい値を変更して初回探索を行い、目が検出できたときのしきい値を採用することにより、適切なしきい値を設定することができる。よって、しきい値が不適切で眼鏡の縁や目を鼻穴と誤認することは、最終的には防止することができる。

【0028】追跡ルーチン

図6には、初回探索ステップS100に続いて行われる追跡ステップS200の詳細なフローチャートが示されている。初回探索で鼻穴および目が検出されると、これらを追跡するルーチンが開始される。前回の探索において、検出された鼻穴の位置に基づき、この周囲に所定の大きさの鼻穴探索領域20を設定する(S202)。この領域は、図4(c)に示されるように、鼻を含む横長の長方形の領域である。この領域20cは、前述の初回探索のときの領域20aより小さく、また後述する再探索時の第2のモードの領域20bより小さく設定されている。これは、前回鼻穴が検出されているのであれば、今回それほど大きな範囲を探索しなくても鼻穴を検出することができるはず、という前提に基づいている。また、探索領域20cを横に広く設定しているのは、運転中の動作において、首を横に振る動作の方が縦に振る動作より早いので、横方向に広めに領域を探って、鼻穴の横の動きに対応するためである。

【0029】そして、この鼻穴探索領域20c内を2値化処理し、黒領域を抽出する(S204)。そして、ほぼ水平に並ぶ2つの黒領域を鼻穴として検出する(S206)。鼻穴が検出されなかったならば(S208)、追跡ルーチンを終了する。鼻穴が検出された場合、前回の鼻穴と目の位置関係より目の探索領域22bの設定を行う(S210)。この探索領域22bは、図5(b)に示されるように、目の大きさよりやや大きく、初回探索時の領域22aよりやや小さい。これは前回の探索において、鼻穴と目の位置関係が分かっていること、そして前回の鼻穴位置が分かっているため目の位置は、かなり正確に特定できるからである。そして、この探索領域22b内で、初回探索と同様に、エッジの抽出を行う(S212)。さらに、正負のエッジが上下方向に隣接しているエッジペアを探し(S214)、このエッジペアがあればこの位置および鼻穴の位置を記憶する(S2

18)。エッジペアがなければ(S216)、追跡ルーチンを終了する。

【0030】以上、追跡ルーチンでは、前回の鼻穴位置も目の位置およびこれらの関係も分かっているため、鼻穴および目の探索領域20c、22bを初回探索時の領域20a、22aより小さく設定することができる。初回探索時には、前述のように確実に鼻穴および目を検出することが重要であったが、追跡時には速やかに目を検出することが要求される。本装置においては、閉眼状態の連続時間をもって居眠り判定を行っているため、追跡に時間がかかると、この判定が不正確または不可能になってしまう。そこで、速やかに目の検出を行うために、まず2値化画像で最も特徴的な鼻穴の検出を行い、この鼻穴を基準に目の探索領域22bを絞り込んでいる。そして、処理時間が長くなりがちなエッジ検出の時間の短縮を図っている。

【0031】瞬き判定ルーチン

図7には、瞬き判定ステップS400の制御フローチャートが示されている。追跡ステップS200において検出された目のエッジペアが読み出され(S402)、この各々のペアの上下方向の距離の最大値をそのときの目の開度とする(S404)。そして、この目の開度が所定のしきい値と比較され(S406)、しきい値未満の場合は閉眼状態と判定され(S408)、しきい値以上である場合は、開眼状態と判定される(S410)。この開眼・閉眼の判定は、前述の居眠り判定部16に送られ、ここで居眠り判定が行われる。

【0032】再探索ルーチン

図8には、再探索ステップS500の制御フローチャートが示されている。追跡ステップS200で、鼻穴または目が検出できなかったとき、速やかに鼻穴や目を発見して居眠り判定に支障がないようにしなければならない。したがって、初回探索ルーチンを用いて再度鼻穴や目の検出を行うわけにはいかない。初回探索ルーチンは、前述のように時間がかかっても確実に鼻穴および目の検出を行うのが目的のルーチンであり、短時間で再発見をするには不向きである。言い換えれば、再探索ルーチンを別途設けることによって、初回探索ルーチンに時間をかけて確実に鼻穴および目の探索を行う。また、再探索ルーチンにおいては、鼻穴の探索領域と目の探索領域の設定の違いにより、3種類の探索モードを有しており、適切なモードを選択することにより、より早く、より正確に鼻穴および目の発見がなされるようにしている。

【0033】第1の再探索モードは、前回の追跡モードで鼻穴が検出されているが、目が検出されなかった場合に対応するモードである。このモードは、鼻穴が検出されているので顔の動きはそれほど大きくない場合のものであり、主に照明の条件などにより瞬間的に目を検出することができなかった場合に対応している。したがっ

て、鼻穴や目の探索領域も追跡ルーチンのときに用いられた狭い領域、図4(c)および図5(b)の領域20c、22bが用いられる。

【0034】第2の再探索モードは、前回の追跡モードで鼻穴が検出されなかった場合に対応するモードである。このときには顔が動いている可能性が高く、鼻穴や目の探索領域は、追跡ルーチンの場合より大きく設定される。すなわち、図4(b)に示されるように、第2再探索モード時の鼻穴の探索領域20bは、第1再探索モードの領域20cより大きい。しかし、初回探索時の領域20aよりは小さい。また、図5(a)に示されるように、第2再探索モード時の目の探索領域22aは、第1再探索モードの領域22bより大きく、また初回探索時の領域と同じ大きさである。

【0035】第3の再探索モードは、第1再探索モードにおいて所定時間探索したにもかかわらず、目を発見できなかった場合に対応するモードである。この場合、鼻穴の探索領域は、第1再探索モードと同様の領域20cに設定され、目の探索領域のみ拡大し、第2再探索モードと同様の領域22aに設定される。

【0036】再探索ルーチンが開始されると、車体に設置された加速度センサより上下方向の加速度が読み込まれ(S502)、上下方向加速度が予め定められたしきい値と比較され(S504)、しきい値以下であると判断された場合、さらに前回の追跡ルーチンにおいて、鼻穴が検出されたかが判断される(S506)。そして、鼻穴があった場合、すなわち前回追跡ルーチンで鼻穴は検出されたにもかかわらず、ステップS216で目(エッジペア)が検出できなかった場合は、第1再探索モードが設定される(S508)。そして、第1再探索モードタイマがセットされる(S510)。このときのセット時間は、第1再探索モードから第3探索モードに移行する時間であり、運転者の意識レベルに応じて変えられる。運転者の動作は覚醒状態では早く、意識レベルの低下に伴って遅くなるので、意識レベルの低下している場合は、タイマの設定時間を長くとも鼻穴を見失う可能性は低い。第1再探索モードタイマのセット時間は、通常意識レベルにおいてはたとえば200m秒に設定される。

【0037】一方、ステップS504で車体の上下方向の加速度が所定のしきい値より大きい場合、および前回の追跡ルーチンにおいて鼻穴が検出されなかった場合は、第2の再探索モードが設定される(S512)。

【0038】ステップS510、S512において、第1または第2再探索モードが設定されると、次に設定されている再探索モードが第2探索モードであるかが判断される(S514)。第2再探索モードでない場合、前回の鼻穴位置を中心に鼻穴探索領域20cが設定される(S516)。この領域20cは、前述のように追跡ルーチンの鼻穴探索領域と同じものである。そして、この

領域内で2値化処理を行い黒領域を抽出する(S518)。

【0039】一方、ステップS514にて第2再探索モードであると判断された場合は、初回探索において、検出された鼻穴の位置を中心に鼻穴探索領域20bを設定する(S520)。この領域20bは、前述のように、追跡ルーチンや第1再探索モード時の領域20cに対してやや大きく、初回探索時に比べて小さく設定されている。そして、この領域20b内で、テンプレートマッチングにより鼻穴の候補を選出し(S522)、各候補において2値化処理を行い黒領域の抽出を行う(S524)。この2値化処理時のしきい値は、初回探索ルーチンにおいて、目が発見できたときの値を用いており、適切な値を用いて2値化処理を行うことができる。

【0040】そして、ステップS518、S524で抽出された黒領域のうち、ほぼ水平に並ぶ二つの黒領域を鼻穴として選定する(S526)。このとき、鼻穴を選定することができなかった場合(S528)、第2探索モードが設定され(S530)、ステップS514に戻る。一方、ステップS528で鼻穴ありと判断された場合、第1再探索モードが設定されているかが判断される(S532)。第1再探索モードが設定されていれば、目の探索領域を領域22bすなわち小さい領域に設定する(S534)。また、第1探索モード以外が設定されている場合、領域22aすなわち大きい領域に設定する(S536)。よって、後述する第3再探索モードが設定されている場合は、ステップS536において領域22aに設定される。

【0041】ステップS534、S536にて目の探索領域が設定されると、初回探索ルーチンのステップS120と同様にエッジ抽出が行われる(S538)。そして、第1探索モードの場合は(S540)、追跡ルーチンのステップS214~S218と同様に、正負のエッジペアを探索して(S542)、エッジペアがあった場合(S544)この位置および鼻穴の位置を記憶する(S546)。一方、ステップS540で第1再探索モード以外のモードが設定されていると判断された場合、初回探索ルーチンのステップS122~S126と同様に、正負のエッジペアが目の候補として選出され(S548)、これらの候補が楕円形状に配列している場合(S550)、この候補が目として検出され、その位置および鼻穴の位置が記憶される(S552)。以上、ステップS546、S552において鼻穴および目の位置が検出されると、本ルーチンは終了する。

【0042】一方、目が検出されなかった場合は、さらに探索が続けられる。ステップS544において、エッジペアがないと判断された場合、第1再探索モードタイマをカウントダウンし(S554)、このタイマが0となっているかが判断される(S556)。そして、タイマが0でない場合は、そのままステップS514に戻つ

て再度第1再探索モードで探索が行われる。タイマが0となっていれば、第3探索モードが設定される(S558)。第3再探索モードは、鼻穴が検出されているにもかかわらず、第1探索モードで所定時間内に目が発見できなかったとき、目の探索領域を広げるものであり、これによって目を検出する可能性が高くなる。第3再探索モード設定後、ステップS514に戻り再び探索が行われる。また、第1再探索モード以外のモードで目が検出できなかった場合は、ステップS550からステップS514に戻り、再探索が行われる。

【0043】以上のように、再探索ルーチンにおいては、前回まで鼻穴が検出されているか、また鼻穴が検出されていても目が検出されない時間がどの程度継続しているかによって、鼻穴および目の探索領域の大きさを変えている。これによって、顔が大きくは動いていないと考えられる時には、探索領域を絞り込んで短時間で再発見ができるようにし、一方、顔が大きく動いていると考えられるときには、探索領域を広げて発見確率を増している。また、初回探索時と独立した再探索ルーチンを設けることによって、再探索時の目の発見までに要する時間を短縮することができる。

【0044】顔が傾いたときの目の位置の推定

本実施形態においては、鼻穴の位置に基づき目の位置を推定し、この推定された位置を中心に目の探索領域を設定しているが、特に運転者が顔を傾けたときの目の位置の推定方法について以下に説明する。

【0045】図9には、顔が傾いたときの鼻穴の位置と目の位置の関係が示されている。水平状態(a)において、二つの鼻穴の midpoint $N_0 (X_{N0}, Y_{N0})$ に対して目の位置 $E_0 (X_{E0}, Y_{E0})$ は、距離 r で方向 θ_0 にある。このとき、距離 r 、方向 θ_0 は、次の式で表される。

【数1】

$$r = \{ (X_{E0} - X_{N0})^2 + (Y_{E0} - Y_{N0})^2 \}^{1/2}$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \{ (Y_{N0} - Y_{E0}) / (X_{E0} - X_{N0}) \}$$

顔が傾いた場合、(b)に示すように、二つの鼻穴の配列の向きが水平からややずれる。この場合、鼻穴位置 N_0 が変化しなくても、目の位置がずれる。二つの鼻穴の方向が水平から角度 δ ずれたとすれば、鼻穴位置 $N_1 (X_{N1}, Y_{N1})$ と目の位置 $E_1 (X_{E1}, Y_{E1})$ は次式で示される関係となる。

$$\text{【数2】 } X_{E1} = X_{N1} + r \cdot \cos(\theta_0 - \delta)$$

$$Y_{E1} = Y_{N1} - r \cdot \sin(\theta_0 - \delta)$$

目の位置を上式のように推定し、ここを中心に目の探索領域を設定することによって、より確実に目を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる実施形態である居眠り運転防止装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】 本実施形態の瞬き判定および目を検出するための基本となる制御フローチャートである。

11

【図3】 本実施形態の初回の目探索ルーチンの制御フローチャートである。

【図4】 鼻穴の探索領域を示す図である。

【図5】 目の探索領域を示す図である。

【図6】 本実施形態の追跡ルーチンの制御フローチャートである。

【図7】 本実施形態の瞬き判定ルーチンの制御フローチャートである。

12

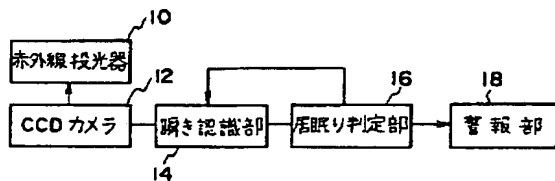
【図8】 本実施形態の再探索ルーチンの制御フローチャートである。

【図9】 本実施形態において、顔が傾いた場合の目の位置の推定を説明するための図である。

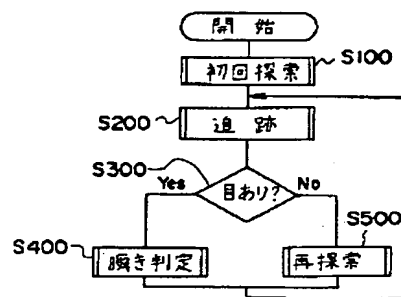
【符号の説明】

10 赤外線投光器、12 CCDカメラ、14 瞬き認識部、16 居眠り判定部、18 警報部。

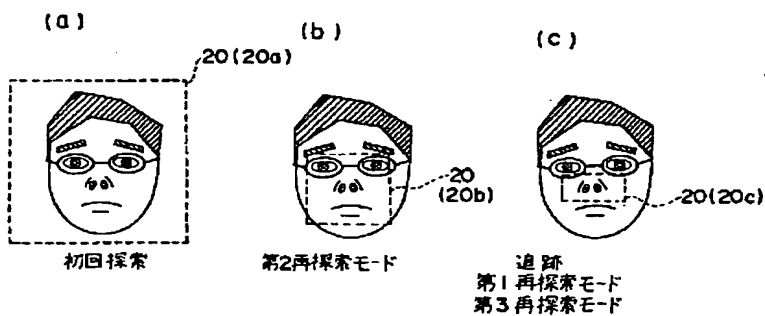
【図1】



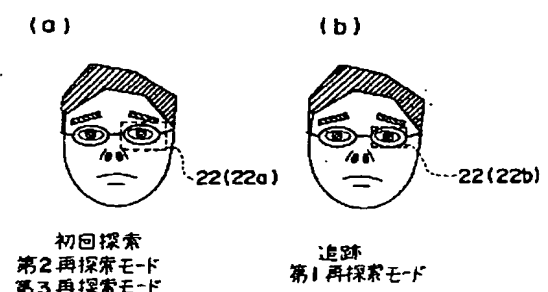
【図2】



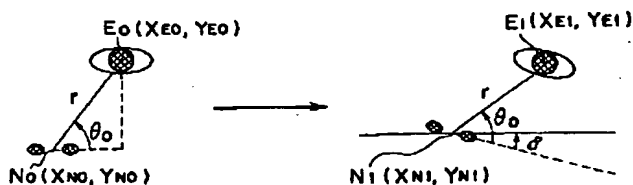
【図4】



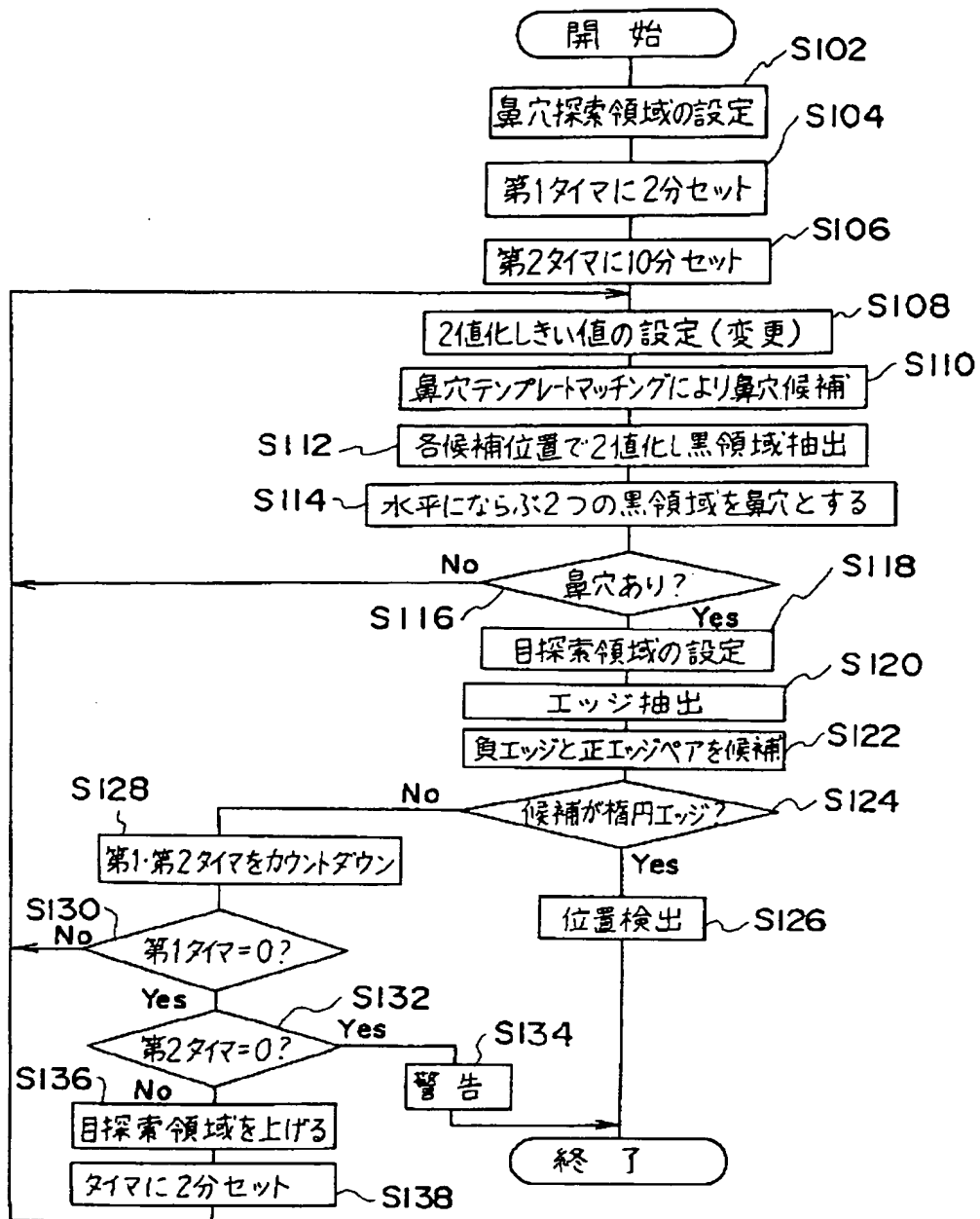
【図5】



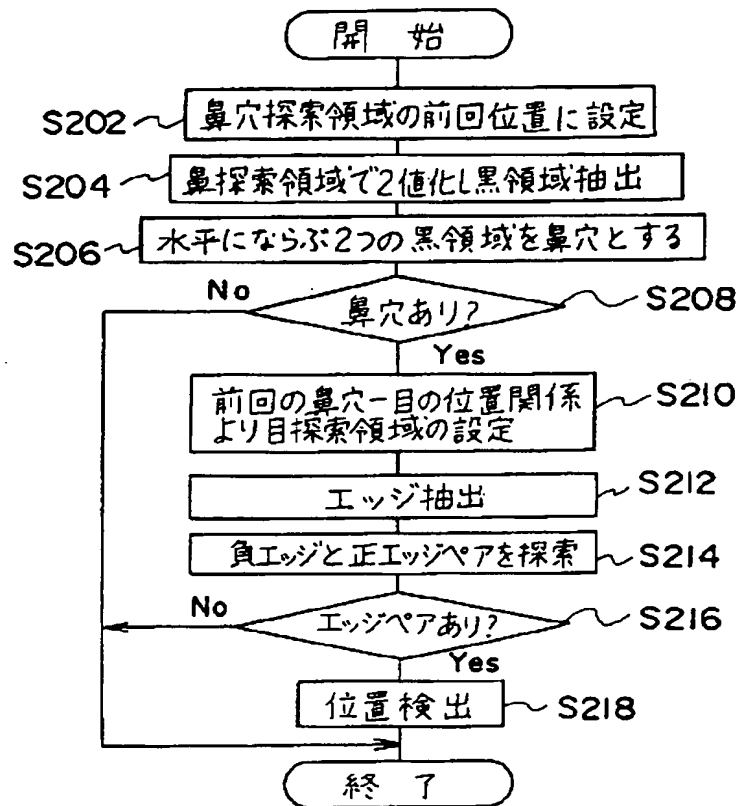
【図9】



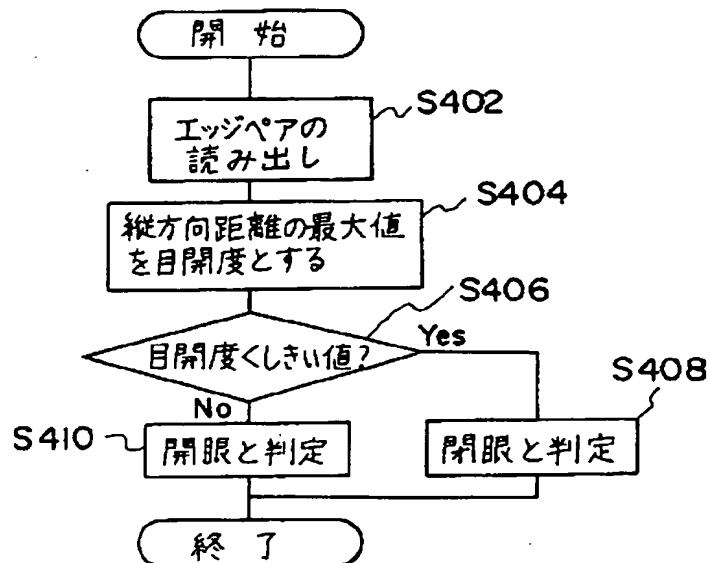
【図3】



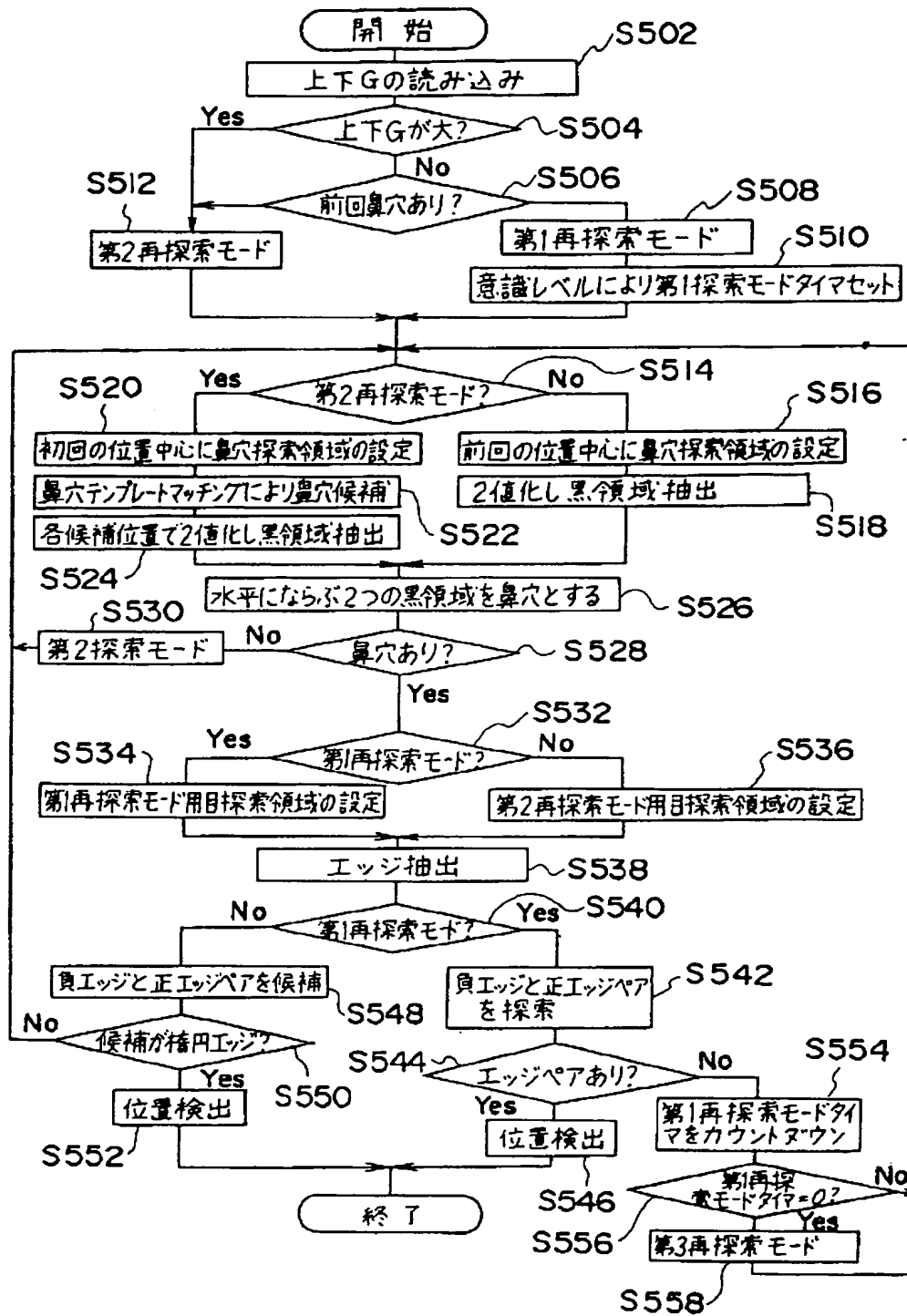
【図6】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成8年9月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】特開平7-181012号公報には、顔を

含む画像を2値化処理して顔領域を抽出し、この顔領域の中にある黒画素の複数の塊どうしの相対位置および個々の黒画素の塊の縦横比から目を特定する技術が開示されている。黒画素の塊は、眉、目、鼻穴などであり、左右の眉および目の幅より外に鼻穴は存在しない、目は眉の下にある、などの相対位置から目の候補が選ばれ、さらにこの候補の縦横比から目が確定される。